

MASK FOR PRODUCTION OF SEMICONDUCTOR DEVICE

Patent Number: JP10161297

Publication date: 1998-06-19

Inventor(s): TAKEUCHI KOICHI

Applicant(s): SONY CORP

Requested Patent: JP10161297

Application Number: JP19960325514 19961205

Priority Number(s):

IPC Classification: G03F1/08; H01L21/027

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide such a mask that patterns with different exposure light quantities can be formed according to designed dimensions at one time and the process conditions can be easily changed.

SOLUTION: A pattern master having a pattern 5a with low pattern density and a pattern 5b with high pattern density is formed from a chromium film 12 as a light-shielding material on a transparent mask substrate 11. A translucnet film 15 is formed on the back surface of the pattern 5a on the mask substrate 11. The pattern 5a is projected on a wafer by the light the intensity of which is decreased to a specified proportion while transmitted through the translucnet film 15 and the mask substrate 11, while the pattern 5b is projected on the wafer by the light transmitted through the mask substrate 11.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特關平10-161297

(13) 公開日 平成10年(1998)6月19日

(51) Int.Cl.^a

识别配号

F 1
G 03 F 1/08
H 01 L 21/30

D
502P

審査請求 未請求 請求項の数 4 O.L. (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-325514

(22) 出願日 平成8年(1996)12月5日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 光明者 竹内 幸一

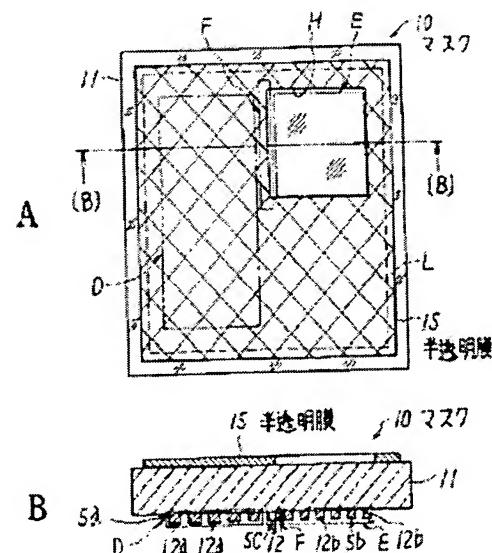
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

(54) [発明の名称] 半導体装置製造用マスク

(57) [要約]

【課題】 設計寸法通りに形成できる露光量が異なるパターンを、同時に設計寸法通りに形成でき、またプロセス条件の変更を容易にできる半導体製造用マスクを提供すること。

【解決手段】 透明なマスク基板11の表面に、パターン密度が低いパターン5aとパターン密度が高いパターン5bとを有したパターン原画を、遮光材料となるクロム膜12によって形成し、パターン5aのマスク基板11の裏面に半透明膜15を設ける。パターン5aは、半透明膜15とマスク基板11とを透過する露光量が所定量に減少させられた光によって、ウェーハ17上に投影され、パターン5bは、マスク基板11を透過する光によってウェーハ17上に投影される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体装置の製造工程におけるフォトリソグラフィ工程で用いられる、透明なマスク基板の表面に、遮光材料である膜によりパターン原画が描かれている半導体装置製造用マスクにおいて、前記マスク基板の裏面に、少なくとも一部分に半透明膜を設け、前記パターン原画が投影されるウェーハに照射する光が、前記半透明膜を透過することによって、前記光の光量を所定の量へと減少させることを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項 2】 前記パターン原画が、密度が異なる複数のパターンより構成され、前記パターンの前記密度に応じて、前記光の光量を変えるようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置製造用マスク。

【請求項 3】 前記パターンのうち、前記半透明膜を透過した前記光の光量によって投影される部分と、該半透明膜と異なる透過率を有する他の一部分の半透明膜を透過する前記光の光量及び／又は前記マスク基板のみを透過する前記光の光量によって投影される部分とを有するパターンにおける最小寸法が、該パターンが前記ウェーハ上に投影されて該ウェーハ上に形成される際に、該ウェーハ上に形成された前記パターンの最小寸法が、常に許容寸法内で形成されるような寸法であることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体装置製造用マスク。

【請求項 4】 前記パターン原画が、前記密度が同一であるパターンを 1 つの領域に集めた原画であることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 に記載の半導体装置製造用マスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体装置の製造工程におけるフォトリソグラフィ工程で用いられる半導体装置製造用マスクに関する。

【0002】

【従来の技術】 同一チップ内に、例えばロジック系などのパターン密度が低いセルと、例えばメモリー系等のパターン密度が高いセルが混在する場合、リソグラフィ工程では、パターン密度の低いセルと、パターン密度の高いセルとを、同時に、設計寸法通りに仕上げることができない。というのも、パターン密度により最適の露光量が異なり、一方のパターン密度に、レジストの仕上がり寸法が設計寸法に合うように露光量を設定すると、他の密度のパターンを有するレジストの仕上がり寸法が設計寸法から大きく変動し、解像しなかったり、設定した線幅より細くなったりするからである。このことは、半導

体デバイスの設計ルールが小さくなるにつれて顕著となる。

【0003】 図9には、マスク寸法による孤立ラインのライン＆スペースに対するレジストパターンの仕上がり寸法変動率が示されている。図9に示されている寸法変動率とは、孤立ラインの仕上がり寸法からライン＆スペースのラインの仕上がり寸法で割った値である。例えば、図においてマスクサイズ（設計寸法）が $0.21 \mu\text{m}$ のときの変動率は約 -3.0% であるから、このときライン＆スペースの寸法が例えば $0.20 \mu\text{m}$ で形成された場合、孤立ラインの仕上がり寸法 X は $(-3.0\%) = (0.21 \mu\text{m}) / (0.20 \mu\text{m})$ 、 $0.14 \mu\text{m}$ に仕上がったことを示している。なお図9において、その変動率がマイナスであるということは、孤立ラインの線幅がライン＆スペースの線幅より細く仕上がることを示しているものである。また図より、設計ルールが小さくなるにつれて、孤立ラインがライン＆スペースに対して大幅に細く仕上がることがわかる。なお、このときの露光条件は、露光波長 $= 248 \text{ nm}$ 、投影レンズの開口数（NA）= 0.55 、照明条件 $\alpha = 0.8$ 、マスクは Cr マスク、ウェーハは SiO₂ / H₂O₂ / WSi のフラットな基板であり、レジストは膜厚 $0.65 \mu\text{m}$ の化学增幅型ポジレジストで、トップコートとして有機系スピノコート膜を塗布しており、ベストフォーカスであった。

【0004】 図10には、同一のマスク基板上に形成されている異なる密度を有するパターンが示されている。すなわち図10の左側には [1] 形状で遮光材料であるクロム（斜線で示されている）1a によりロジック系の密度が低いパターン 1 が形成されている。図10の右側には、左右に凹凸形状をしている磁頭の形状でクロム（斜線で示されている）2a によりDRAM系の密度が高いパターン 2 が形成されている。なお、これらのパターン 1、2 がウェーハ上に投影されたときの最小寸法（描画レジストが解像されて直線を形成しうる最小の線幅又は直線を形成しうる最小の間隔幅）L1、L2 は、それぞれ $0.20 \mu\text{m}$ である。これらのパターン 1、2 を、露光波長 $= 248 \text{ nm}$ 、投影レンズの開口数（NA）= 0.55 、照明条件 $\alpha = 0.8$ 、Cr マスク、SiO₂ / H₂O₂ / WSi のフラットなウェーハ、トップコートとして有機系スピノコート膜を塗布した膜厚 $0.65 \mu\text{m}$ の化学增幅型ポジレジストを用いて、ベストフォーカスの状態で露光する。このとき、パターン 1 が設計寸法通りに形成される露光量は $1.2.0 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ であり、パターン 2 が設計寸法通りに形成される露光量は $1.5.5 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ であった。図11のAには、パターン 1 が設計寸法通りに形成される露光量で露光した（すなわち露光量を $1.2.0 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ とした）状態が示されているが、このときパターン 2 は、解像されず、ラインがくっついている。また、図11のB

には、パターン2が設計寸法通りに形成される露光量で露光した（すなわち露光量を15、5mJ/cm²とした）状態が示されているが、この場合には、パターン1の線幅L1がかなり細く形成される。

【0005】このようなパターン密度の違い、すなわち最適な露光量の違いにより仕上がり寸法に差が生じることを解決する方法として、マスク・サイジング法がある。これは、ウェーハのレジストに軽写後の寸法が設計寸法に合うように、予めマスク上の寸法を設計寸法からずらす方法、例えば、密度の高いパターン1を得たい設計寸法より小さい寸法で設計する、又は密度の低いパターン2を得たい設計寸法より大きい寸法で設計するというものである。

【0006】しかしながら、レジストのパターンの設計寸法からのずれは、使用的なレジストの種類、現像条件、下地基板、露光条件などのプロセス条件により変化する。そのため、プロセス条件を変更して（例えば下地基板の種類を変えるなど）、同一のパターンを投影する際には、上述したマスク・サイジング法では、同一のパターンであっても、これらのプロセス条件に応じて、設計を一から直さなければならない。従って、プロセス条件を変更して用いようとすると、常に設計寸法通りに仕上げることは、容易ではない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述の問題に鑑みてなされ、1つのマスク上に、設計寸法通りに仕上がる露光量が異なるパターンが共存した場合でも、それぞれのパターンを設計寸法通りに、同時に、仕上げることができ、またプロセス条件が変更されても常に設計寸法通りに形成することができ、容易にできる半導体マスクを提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】以上の課題は、半導体装置の製造工程におけるオトトリソグラフィ工程で用いられ、透明なマスク基板（例えば、実施例の1-1；以下、同様）の表面に、遮光材料でなる膜（12）によりパターン原画が描かれている半導体装置製造用マスク（10、20）において、前記マスク基板（11）の裏面に、少なくとも一部分に半透明膜（15、15'）を設け、前記パターン原画が投影されるウェーハ（17、18）に照射する光が、前記半透明膜（15、15'）を透過することによって、前記光の光量を所定の量へと減少させることを特徴とする半導体装置製造用マスク、によって解決される。

【0009】このような構成を有するマスクにすることによって、一定の露光量をマスクに照射しても、ウェーハ上に投影される露光量は、そのパターンごとに応じた最適な露光量でウェーハ上に投影されるので、同時に、最適な露光量が異なる複数のパターンを設計寸法通りに形成することができる。また、半透明膜をマスク基板の

裏面に設けただけであるので、プロセス条件を変更する場合には、すでに設計されているマスクのパターン原画はそのまま、マスク裏面の半透明膜を生成し直すだけよい。従って、プロセス条件が変更されても、常に設計寸法通りにパターンを形成することが、マスク・サイジング法よりはるかに容易にできる。

【0010】

【発明の実施の形態】表面に遮光材料の膜によってパターン原画が形成された透明なマスク基板の裏面に、半透明膜を、少なくとも一部分に設けて、パターン原画が投影されるウェーハに照射する光が、半透明膜を透過することによって、光の光量を所定の量へと減少させる。例えば、パターン原画に示されているパターンのうち、設計寸法通りに仕上げる光量が最も大きい光量を、マスクの上方から照射する。この光の露光量が最適であるパターン上には、半透明膜を設けず、そのままの光量でウェーハ上に照射する。一方、設計寸法通りに形成される光量がこれより小さいパターンには、最適な光量となるよう透過率を調整した半透明膜を設け、これを通過させることによって、所定の光量でウェーハ上に光が照射されるようにする。すなわち、ウェーハ上に照射される光が、マスクを透過することで、各パターンに応じた露光量に減少させられる。従って、各パターンが、最適な露光量で投影されるので、同時に、設計寸法通りにパターン原画が形成できる。また、パターン原画を変更せずにプロセス条件のみを変更する場合、そのプロセス条件に応じた最適な露光量を得るために、パターン原画に何ら手を加えずに、半透明膜を形成し直すだけよい。従って、プロセス条件を変更しても、それに応じて、常に設計寸法通りの寸法でパターンを形成することが、容易にできる。

【0011】また、設計ルールが小さくなってきて、パターンの密度に応じて、仕上がり寸法と設計寸法との差が異なるような場合には、特に有効である。従って、例えば、一層の露光で形成されるパターン原画上に、密度の異なるロジック機能とメモリー機能とが混載された高集積・高機能の半導体デバイスを、精度良く製造することができる。

【0012】なお、半透明膜は、各パターンの最適な光量となるように照射される光量を減少させるものであり、すなわち、マスクに照射される光量とパターンの最適露光量とに応じて透過率を調整している。この透過率Tは、公知のように、 $T = e \times p \left(-4\pi k d / \lambda \right)$ 。・・・（1）式で示され、ここで、 π は円周率、kは物質の吸収係数、dは膜厚、 λ は光の波長である。従って、透過率を膜厚によって調整すれば、容易に所定の透過率の半透明膜を得ることができ、すなわちウェーハ上に照射される光量を、容易に好適な光量とすることが可能である。

【0013】更に、マスク上に形成されているパターン

のうち、半透明膜の端部にパターンを形成する場合には、すなわち、半透明膜を透過した前記光の光量によって形成される部分と、半透明膜と異なる透過率を有する他の一部分の半透明膜を透過する前記光の光量及び/又は前記マスク基板のみを透過する前記光の光量によって形成される部分とを有するパターンでは、その最小寸法（描画レジストが解像されて直線を形成しうる最小の線幅又は描画レジストが解像されて直線を形成しうる最小の間隔幅）が、どの光量で露光されてもウェーハ上に形成されるパターンの最小寸法が常に許容寸法内で形成されるような寸法とする。これによって、半透明膜の端部に位置するパターンも、設計寸法通りに形成することができる。

【0014】また、パターン原画が、前記密度が同一であるパターンを1つの領域に集めた原画とすれば、すなわち最適な光量が同一であるパターンを1つの領域に集めれば、集めた領域ごとに最適な光量となる透過率の半透明膜を設ければよいので、分散した状態で半透明膜を形成するよりも、半透明膜の形成が容易である。なお、ここで密度が同一であるとは、全く同一のものを含むだけでなく、ある露光量に設定したときにウェーハ上にパターンが露光される寸法が許容範囲内にできるという密度をも含むものである。

【0015】
【実施例】以下、本発明の各実施例について図面を参照して説明する。

【0016】図2には、後述する本発明の第1実施例のマスク10のパターン原画をウェーハ17上に投影するための照明系と投影レンズ系を有するKTFエキシマレーザ・ステッパー50が示されている。このエキシマレーザ・ステッパー50は、公知の構造をしており、すなわちエキシマレーザ51、シャッタ52、ビーム成形光学系53、2つのフライアイ・インテグレータ54、54'、フライアイ・インテグレータ54、54'の間に配設されている振動ミラー55、マスク10、縮小レンズ56、コンデンサ・レンズ57、マスク10、縮小レンズ58及びウェーハ17を有している。すなわち、エキシマレーザ51から出た波長248nmの光は、ビーム成形光学系53を経て、露光領域を均一に照射するためのフライアイ・インテグレータ54、54'に達かる。このフライアイ・インテグレータ54、54'を経ることにより、エキシマレーザ光の照射領域の形状を長方形から正方形に整形すると同時に、光の強度のばらつきが小さくなる。フライアイ・インテグレータ54'から出る光、すなわち2次光源は $\phi = 0.8$ のフラット光源となり、マスク・ブランド56及びコンデンサ・レンズ57を経て、マスク10を均一に照射する。そして、マスク10に描かれていたパターン原画が、縮小レンズ58を介して縮小され、ウェーハ17上に投影される。

【0017】図1には、本発明の第1実施例のマスク1

0が示されているが、図1のAはマスク10の平面図であり、図1のBは図1のAにおける【B】-【B】線方向の正面断面図を示している。図1のBに示されるように、マスク10は、透明な石英板のマスク基板11と、その上面に設けられている例えはPSG（Phosphosilicate glass）である半透明膜15と、マスク基板11の下面（ウェーハ17側の面）に、パターン原画を描いている遮光材料のクロム膜12と共に構成されている。なお、図1のAの破線で囲まれている領域Jは、ウェーハ17上に投影される転写領域を示しており、すなわち光が照射されているマスク10上の領域Jはウェーハ上投影換算で、 $20\text{nm} \times 20\text{nm}$ の大きさの正方形形状をしている。この図1において、二点鎖線で囲まれた（マスク基板11の下面に形成されている）長方形領域Dには、ロジック用のゲートセルが描かれている。ロジック用のゲートセルは、パターン5aから構成されており、このパターン5aは図3のAに斜線で示されているクロム膜12a（ウェーハ17に投影されたときゲートとなる）が、コの字形状が向き合った状態で複数、形成されているものである。なお、このクロム膜12aの幅、すなわちゲート長G1はこのパターン5aの最小寸法である $0.20\mu\text{m}$ （ウェーハ上投影換算、以下パターンの寸法に関しては同様）であり、ゲートとゲートの間の間隔S1は $0.40\mu\text{m}$ である。他方、図1のAで一点鎖線で囲まれた（マスク基板11の下面に形成されている）長方形領域Fには、DRAM用のゲートセルが描かれており、このゲートセルはパターン5bから構成されている。このパターン5bは、図3のBに斜線で示されているように、左右に凸している縦線12bが複数並んだ縦形状をしており、このゲート長G2及びゲートとゲートの間隔S2は、このパターン5bの最小寸法である $0.20\mu\text{m}$ である。

【0018】また、本実施例で用いられるウェーハ17は、図4に示すように、下方からシリコン層171、 1.0nm のSiO₂層17e、 1.00nm の多結晶シリコン層17d、 1.00nm のWSi層17c、 2.7nm のSiO_xN_y層17b、 2.00nm のSiO₂層17aが接着された基板である。更に、本実施例では、投影レンズの開口数（NA）=0.55、レジストは膜厚 $0.65\mu\text{m}$ の化学増幅型ポジレジストで、その上有機系のトップコートを塗布している。

【0019】このようなプロセス条件で、パターン5aのゲート長G1が設計寸法の $0.20\mu\text{m}$ に仕上がる露光量は 12.0mJ/cm^2 であり、パターン5bのゲート長G2が設計寸法の $0.20\mu\text{m}$ に仕上がる露光量は 15.5mJ/cm^2 であった。よって、パターン5bの最適な露光量 15.5mJ/cm^2 を照射したときには、パターン5aは、 3.5mJ/cm^2 の光量が多くなる。そこで、図1のマスク10のパターン5aを覆

う部分（なお本実施例では、マスク 10 は一様に照射されているので、パターン 5a が形成されている裏面で、パターン 5a が形成されている位置に照射される光が、パターン 5a をウェーハ 17 に投影する光となる）に、PSG でなる半透明膜 15 を設け、露光量が $1.5, 5 \text{ mJ/cm}^2$ の光が、この半透明膜 15 を透過したときに、 $1.2, 0 \text{ mJ/cm}^2$ となるようにする。すなわち、半透明膜 15 の透過率を $(1.2, 0 / 1.5, 5 \times 1.00 =) 77.4\%$ とする。PSG の吸収係数 k は $0, 0018$ であるため、上記（1）式から、膜厚を 28.1 nm とすれば、この透過率が 77.4% の半透明膜 15 が得られる。そこで、本実施例では、長方形領域 E の部分よりやや大きい領域 H（実線で囲まれている領域）以外の部分で、領域を複数に、すなわち図 1 の A の網目で示されている部分に、膜厚を 28.1 nm の半透明膜 15 を形成する。なお、これは例えば、パターン原画のクロム膜 12 が形成されているマスク基板 11 の表面と反対側の面、すなわち上面に、公知の CVD 法により半透明膜 15 を約 28.1 nm 程度、均一に成膜した後、パターン 5b が形成されている長方形領域 E の部分を除去して形成している。

【0020】そこで、マスク 10 に露光量 $1.5, 5 \text{ mJ/cm}^2$ の光を照射する。すると、マスク 10 に照射された光のうち、半透明膜 15 とマスク基板 11 とを透過して露光量が $1.2, 0 \text{ mJ/cm}^2$ に減少された光は、パターン 5a をウェーハ 17 に投影する。一方、マスク 10 に照射された光のうち、マスク基板 11 のみを透過した露光量 $1.5, 5 \text{ mJ/cm}^2$ の光は、パターン 5b をウェーハ 17 上に投影する。すなわち、パターン 5a は、最適露光量 $1.2, 0 \text{ mJ/cm}^2$ で露光され、パターン 5b は最適露光量 $1.5, 5 \text{ mJ/cm}^2$ で露光される。従って、マスク 10 に同一の露光量の光を照射しても、ウェーハ 17 上に投影される露光量はそれ自ら最適な露光量となってパターン 5a、5b を投影するので、異なるパターン 5a、5b を同時に、設計寸法通りに形成することができる。

【0021】また、マスクに形成されるパターン原画が、半透明膜 15 の端部にまたがるようなパターン、例えば、図 1 の A に三点鎖線で示されるような位置にある（マスク基板 11 の下面に形成されている）パターン 5c では、半透明膜 15 を透過して露光量が $1.2, 0 \text{ mJ/cm}^2$ の光と、マスク基板 11 のみを透過する露光量が $1.5, 5 \text{ mJ/cm}^2$ の光との両方によって、パターン 5c が形成される。従って、どちらの露光量で形成されたとしても、このパターン 5c のウェーハ 17 上に投影されてウェーハ 17 上に形成されるパターンの最小寸法が、常に許容範囲内で形成されるような寸法とする。仮にすれば、このパターン 5c も設計寸法通りに仕上げることができる。例えば、このパターン 5c の最小寸法を $0, 32 \mu\text{m}$ 以上にすれば、充分に寸法変動が許容範

囲（通常、この許容範囲は $\pm 1.5\%$ 程度である）に収まる。

【0022】また、本実施例では、マスク 10 のパターン原画が、密度の同一なパターン 5a、5b を 1 つの長方形領域、すなわち 1 つの領域に集めたように形成したので、半透明膜 15 によって光量の調整をする領域を 1 つにすらすことができ、半透明膜 15 のバーニングが容易である。

【0023】次に、本発明の第 2 実施例について図 5 乃至図 7 を参照して説明するが、上記実施例と同様な部分については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0024】本実施例のマスク 20 は、上記実施例と同様に、マスク基板 11 の上面に SOG (Spin-on-Glass) である半透明膜 15' が設けられ、そのマスク基板 11 の下面には、クロム膜 12 によってパターン原画が形成されている。図 5 の A の二点鎖線で囲まれる（マスク基板 11 の下面に形成されている）長方形領域 I には、ロジック用のセルが形成されており、これはパターン 6a から構成されている。パターン 6a は図 6 の A で示されるような格子形状の溝 13a ができるように、すなわち長方形のクロム膜 12a' が整列した形状をしており、その形状の最小寸法となる溝の幅 G3 は $0, 20 \mu\text{m}$ である。また、図 5 の B の一点鎖線で囲まれる（マスク基板 11 の下面に形成されている）領域 J には DRAM 用のセルが形成されており、これはパターン 6b から構成されている。これは図 6 の B で示されるような段違いの平行な 2 本線の端部を斜めに結んだような形状が複数、整列しているクロム膜 12b' が形成されていて、その形状の最小寸法となるクロム膜 12b' の幅 G4 は $0, 20 \mu\text{m}$ である。このパターン 6a、6b を有するマスク 20 を、上記実施例とウェーハ 17 以外の条件を同じにして露光する。すなわち、本実施例では、ウェーハ 17 の代わりに図 7 に示されているウェーハ 18 を用いる。このウェーハ 18 は下方からシリコン層 18d、SiO₂ 層 18c、 150 nm の SiN 層 18b、 50 nm の多結晶シリコン層 18a が積層されたウェーハ 18 である。

【0025】このとき、パターン 6a の最小寸法 $0, 20 \mu\text{m}$ が設計寸法通りに仕上がる露光量は $2.4, 5 \text{ mJ/cm}^2$ であり、パターン 6b の最小寸法 $0, 20 \mu\text{m}$ が設計寸法通りに仕上がる露光量は $2.2, 0 \text{ mJ/cm}^2$ である。従って、露光量 $2.4, 5 \text{ mJ/cm}^2$ を照射したときに、露光量 $2.2, 0 \text{ mJ/cm}^2$ とする透過率、すなわち 89.8% の半透明膜 15' をパターン 6b の裏面に相当する位置（図において網目で示されている領域 H'）に形成する。本実施例では、半透明膜 15' は吸収係数 k が $0, 0058$ の SOG であるので、 89.8% の透過率とするには、上記（1）式より 310 nm の膜厚で半透明膜 15' を形成すればよい。すなわち、スピンコートにより SOG を均一に堆積させた

後、領域H'の以外の半透明膜15'を除去して、半透明膜15'を形成する。

【0026】このマスク20に、露光量が24, 5mJ/cm²の光を照射する。すると、照射された光のうちマスク基板11のみを透過する光により、パターン6bがウェーハ18上に投影される。他方、照射された光のうち半透明膜15'とマスク基板11とを透過して、その露光量が22, 0mJ/cm²に減少させられた光により、パターン6aがウェーハ18上に投影される。すなわち、パターン6a, 6bのそれぞれが、適切な露光量で露光される。従って、同一ウエハ上（又は同一チップ上）に異なる密度のパターンであっても、同時に、設計寸法通りに仕上げることができる。

【0027】以上、本発明の各実施例について説明したが、本発明はこれらに限定されることなく、本発明の技術的思想に基づいて、種々の変形が可能である。

【0028】例えば、上記実施例では、マスク基板として石英板を用いて、またマスクに形成されるパターン5a, 5b, 5c, 6a, 6bを遮光材料であるクロム膜12を用いて形成したが、マスク基板として低膨張ガラスやソーダライムガラスなどの他の材料を用いたり、パターンを描く遮光材料として、例えば酸化鉄などの他の材料を用いて形成してもよい。更に、上記実施例では、半透明膜15, 25の材料として、PSG, SOGを用いたが、その他の材料、例えば（スパッタにより成膜される）MoSiO_xN_y:H（吸収係数k=0, 5）や（CVDにより成膜される）Si_xN_y（吸収係数k=0, 0035）や（スパッタにより成膜される）Cr_xO_y（吸収係数k=0, 1~0, 5）などで形成するようとしてもよい。

【0029】また、上記実施例では、所定の透過率を得るために、半透明膜の膜厚のみを変えたが、例えばCr_xO_yを用いる場合など、半透明膜の成膜条件を変えて物質の吸収率と膜厚との両方を変えることによって、半透明膜の透過率を所定の値にするようにしてもよい。

【0030】更に、上記実施例では、上記実施例では、ロジック用のセルの領域D, IとDRAM用のセルの領域E, Jとの2つの密度が異なる2つのパターンを有するパターン原画を対象として説明した。すなわち、1つの透過率を有する半透明膜を設けることによって光量を調節した。しかしながら、図8に示されるような密度が異なる2つ以上のパターンp, q, rが共存するマスク30に適用することもできる。一点鎖線で囲まれた領域Pには、設計寸法通りに仕上がる露光量が小さいパターンpが形成されており、二点鎖線で囲まれた領域Qには、設計寸法通りに仕上がる露光量が最も大きいパターンqが形成されており、三点鎖線で囲まれた領域Rには、パターンrが設計寸法通りに仕上がる露光量とパターンqが設計寸法通りに仕上がる露光量との間の露光量で、設計寸法通りに仕上がるパターンrが形成されている。

そして、マスク基板11のパターンp, q, rが描かれている表面（図において下面）と反対側の面（図において上面）の領域Pと領域Rの領域に、パターンqが設計寸法通りに仕上がる露光量の光を照射したときに、それぞれの領域において最高露光量となるような透過率を有する半透明膜35を設ける。すなわち、パターンpの露光量はパターンrの露光量より小さいので、領域Pの裏面に形成されている半透明膜35a（図8のAでは粗い網目で示されている）の厚さh1を、領域Rの裏面に形成されている半透明膜35b（図8のAでは細かい網目で示されている）の厚さh2より厚くして所定の透過率を得る。なお、図8のAにおいて、斜線は厚さh2の半透明膜35bが形成されている部分を示しており、網目で示されている部分は、厚さh1の半透明膜35aが形成されている部分を示している。このとき、半透明膜35aは、例えば、半透明膜35を厚さh1まで形成した後、例えば領域P以外の部分を厚さh2にまでエッキングし、その後、領域Qの部分の裏面に形成されている半透明膜をすべて除去するようにして形成すればよい。なおまた、厚さを調整することによってそれぞれ所望の透過率を得るようとしているが、形成する半透明膜の材質を変えて、所望の透過率を得るようとしてもよい。

【0031】更に、このとき、図8のAにおいて、半透明膜35a, 35bの端部にまたがってパターンが形成される場合には、このパターンは露光量の異なる光で露光される部分を有するので、ウェーハ上に形成されるライン又はスペースの幅が常に許容範囲となる最小寸法を有するパターンとする。そうすれば、このパターンも設計寸法通りに仕上げることができる。更に、多数の異なるパターン密度を有するセルのパターン原画を露光する場合には、1つの露光量で露光したときに許容範囲内とすることのできるパターンを集め、近接した領域にパターン密度が大きく異なるパターンが混在しないようにすれば、露光量を細かく調節する必要がなく、半透明の形成を容易にすることができる。なお、上記実施例では、同一のパターン5a, 5b, 6a, 6bを長方形領域に形成するとしたが、図8のAにおいて領域Rで示されるように、同一のパターンは長方形でなくとも他の形状で集まるようにしてもよい。

【0032】また、上記実施例では、波長248nmのエキシマ・レーザーを用いた縮小投影露光装置による光リソグラフィ技術について説明したが、他の波長を用いたものにも適用可能であり、またその他の露光装置、例えば密着露光装置や近接露光装置を用いたリソグラフィ技術にも適用可能である。なお、上記実施例では、2次光源をフラット光源としたが、2次光源を、例えばガウジアンビーム（Gaussian beam）、輸帶照明、四重極照明などにしてもよく、この場合も、2次光源とマスク10, 20との間にコンデンサ・レンズ57を配設すれば、マスクを一様に照射できる。

【0033】

【発明の効果】以上、述べたように本発明の半導体装置製造用マスクによれば、設計寸法通りに仕上がる露光量が異なる複数のパターンを有するパターン原画でも、同時に、設計寸法通りに形成することができる。また、プロセス条件を変更する際でも、その変更に応じて、容易に、設計寸法通りに仕上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例による半導体装置製造用マスクを示し、Aは平面図であり、BはAにおける【B】-【B】縦方向の正面断面図である。

【図2】本発明の半導体装置製造用マスクを用いるエキシマレーザ・ステッパーの構成を示す概略図である。

【図3】本発明の第1実施例による半導体装置製造用マスクに形成されたパターンを示し、Aは図1のAの領域Iに形成されるロジックゲートパターンを示し、Bは図1のAの領域Jに形成されるDRAMゲートパターンを示している。

【図4】本発明の第1実施例による半導体装置製造用マスクのパターン原画が投影されるウェーハの構成を示す正面断面図である。

【図5】本発明の第2実施例による半導体装置製造用マスクを示し、Aは平面図であり、BはAにおける【B】-【B】縦方向の正面断面図である。

【図6】本発明の第2実施例による半導体装置製造用マスクに形成されたパターンを示し、Aは図5のAの領域Jのロジックゲートパターンを示し、Bは図5のAの領域IのDRAMゲートパターンを示している。

【図7】本発明の第2実施例による半導体装置製造用マスクのパターン原画が投影されるウェーハの構成を示す正面断面図である。

【図8】本発明の変形例による半導体装置製造用マスクを示し、Aは平面図であり、BはAにおける【B】-【B】縦方向の正面断面図である。

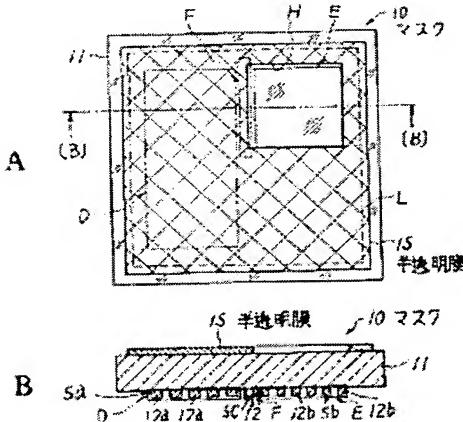
【図9】マスクサイズによる孤立ラインのライン&スペースに対する変動率を示す図である。

【図10】本発明の従来例によるマスクパターンを示す図である。

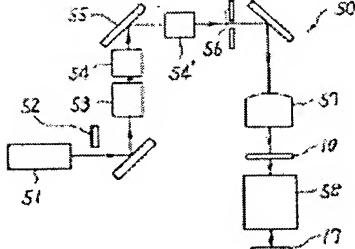
【図11】図10のマスクパターンによって実際に形成されたパターンを示し、Aは露光量を12.0mJ/cm²としたときを示し、Bは露光量を15.5mJ/cm²としたときを示している。

【符号の説明】
 5a、5b、5c、5d、5e、5f……パターン、10……マスク、11……マスク基板、12……クロム膜、13、15……半透明膜、17、18……ウェーハ、20……マスク、30……マスク、35……半透明膜、E、F、G、I、J、P、Q、R……パターン。

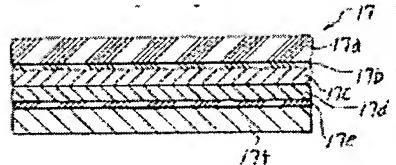
【図1】

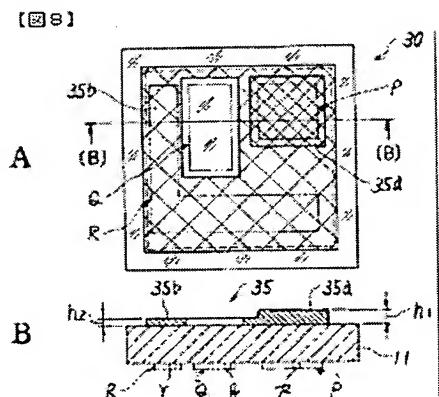
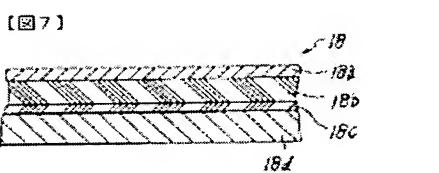
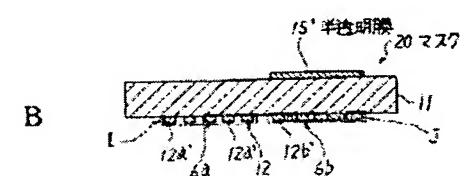
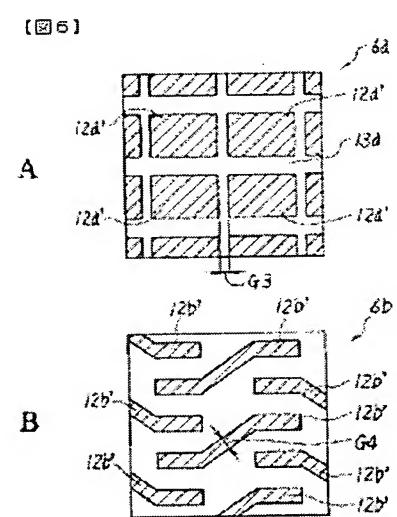
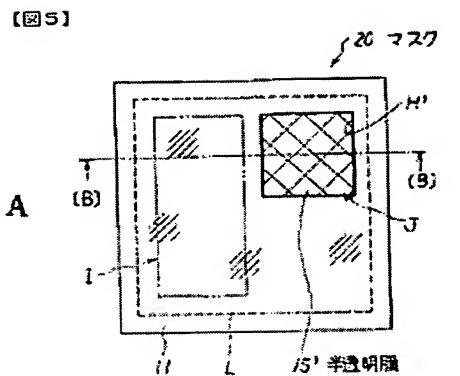
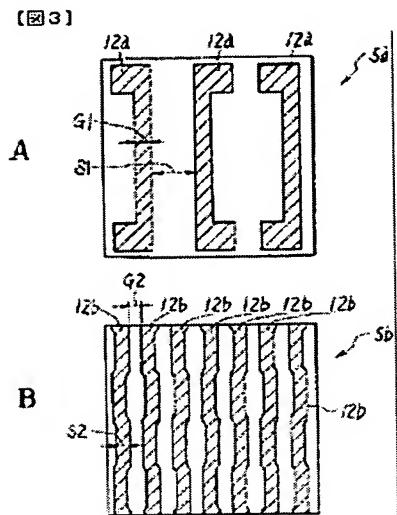


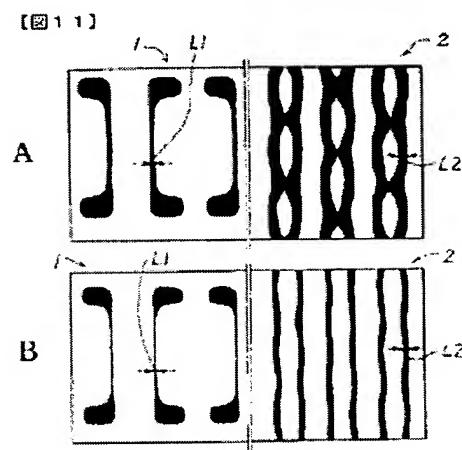
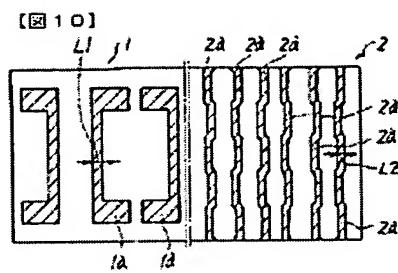
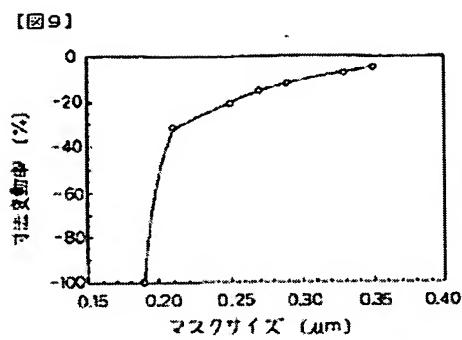
【図2】



【図4】







**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINEs OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.